

Helsinki 24.11.2004

BEST AVAILABLE COPY

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT



Hakija
Applicant

ABB Oy
Helsinki

Patenttihakemus nro
Patent application no

20031580

Tekemispäivä
Filing date

30.10.2003

Kansainvälinen luokka
International class

H01L

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Menetelmä ja järjestely vaihtosuuntaajan yhteydessä"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

Marketa Teniköski
Apulaistarkastaja

Maksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite:	Arkadiankatu 6 A	Puhelin:	09 6939 500	Telefax:	09 6939 5328
	P.O.Box 1160	Telephone:	+ 358 9 6939 500	Telefax:	+ 358 9 6939 5328
	FIN-00101 Helsinki, FINLAND				

Menetelmä ja järjestely vaihtosuuntaajan yhteydessä

Keksinnön tausta

Tämä keksintö liittyy menetelmään ja järjestelyyn vaihtosuuntaajan yhteydessä vaihtosuuntaajan puolijohdekomponenttien lämpötilan vaihteluun
5 liittyvien vaikutusten pienentämiseksi.

Vaihtosuuntaaja on sähköinen laite, jolla voidaan muodostaa taajuudeltaan muuteltavissa olevaa jännitettä. Tyypillisesti vaihtosuuntaajia käytetään moottoreiden yhteydessä näiden ohjaamiseen muuttuvalla taajuudella tai vastaavasti siirrettäessä sähkötehoa takaisin verkkoon, jolloin vaihtosuuntaajan tulee muodostaa taajuudeltaan verkon taajuutta vastaavaa jännitettä. Tällaisesta verkkoon syöttävästä vaihtosuuntaajasta käytetään yleisesti nimitystä verkkovaihtosuuntaaja.
10

Vaihtosuuntaajien tehopuolijohteina, eli lähdön jännitteen muodostavina kytkinkomponentteina käytetään nykyisin tyypillisesti IGB-transistoreita (Insulated Gate Bipolar Transistor, IGBT), jotka ovat nopeita, hilalta ohjattavia
15 komponentteja. Suurimpien IGBT-komponenttien virtakestoisuus on useita satoja ampeereja ja jännitekestoisuus jopa tuhansia voltteja. Vaihtosuuntaajien yhteydessä kytkinkomponentteja käytetään puhtaasti kytkiminä, jolloin niillä on käytännössä kaksi tilaa, eli täysin johtava ja täysin estävä. Mainituista tiloista
20 toiseen tilaan siirrytään mahdollisimman nopeasti komponentissa vaikuttavan yhdenaikaisen jännitteen ja virran välttämiseksi.

Tässä esimerkkinä mainittu IGBT on komponentti, joka muodostuu useasta eri osasta ja samalla termisesti useasta eri lämpövastuksen omaavasta kappaleesta. Useiden puolijohdekomponenttien voidaan katsoa muodostuvan pohjalevystä, substraatista ja itse puolijohde-elementeistä, eli chipeistä.
25 Pohjalevyn tehtävänä on johdattaa komponentissa muodostunut lämpö jäähdytysripoihin tai vastaaviin. Pohjalevyn päällä on substraatti, jolle chippi on kiinnitetty. On selvää, että chippi resistiivisenä komponenttina lämpenee nopeimmin ja eniten komponentin läpi kulkevan virran vaikutuksesta. Pohjalevy
30 puolestaan lämpenee komponentin osista hitaimmin ja vähiten, eli sillä on suurin lämpötila-aikavakio, johtuen osaltaan jäähdytyksestä ja osaltaan lämmön leviämisestä pohjalevyn suureen tilavuuteen.

Sen lisäksi, että puolijohdekomponenttien eri osilla on erisuuruiset lämpötila-aikavakiot, osilla on myös erisuuret lämpölaajenemiskertoimet. Lämpölaajenemiskerroin kuvaa kappaleen lämpötilan muutoksesta aiheutuvan laajenemisen suuruutta. Koska puolijohdekomponentin osat ovat toisissaan tiu-
35

kasti kiinni, usein juotettuina, aiheutuu erisuurista laajenemisista osien välille mekaanisia voimia, jotka rasittavat komponenttia ja ennen pitkää aiheuttavat komponentin tuhoutumisen.

Erityisen suureksi lämpörasitukseen liittyvä ongelma muodostuu kuormitettaessa tehopuolijohteita jaksottaisesti. Jaksottaisella kuormituksella tarkoitetaan kuormitusta, joka ei ole tasainen, vaan koostuu tilanteista, joissa tehopuolijohdetta kuormitetaan tietyn aikaa runsaasti ja tämän jälkeen vain vähän. Tällainen kuormitus saa aikaan tehopuolijohteessa runsasta lämpötilan vaihtelua lämpötilan noustessa voimakkaasti suuren kuormituksen eli virran aikana ja laskiessa kuormituksen vähentyessä. Jaksollinen kuormitus on omiaan vanhentamaan tehopuolijohdetta ennenaikaisesti.

Vaihtosuuntaajan yhteydessä esimerkkinä jaksollisesta käytöstä voidaan mainita esimerkiksi nosturi-, linko- ja hissikäytöt. Esimerkiksi linkokäytöissä vaihtosuuntaajalla ohjataan moottoria pyörittämään linkoa, jonka kiihdyttämiseen tarvitaan suuri momentti, joka vastaa suurta virtaa ja vastaavasti suurta puolijohteen lämpenemää. Kiihdyttämisen jälkeen linkoa pyöritetään toimintanopeudella, jolloin vaihtosuuntaajan lähtövirta pienenee merkittävästi tarvittavan momentin pienenemisen myötä. Tällöin kiihdytyksen aikana lämmennyt puolijohdekomponentti alkaa jäähtyä. Mikäli linkoa edelleen hidastetaan regeneroivasti eli siten, että moottoria käytetään generaattorina, kulkee kytkinkomponenttien läpi jälleen suuri virta, ja komponentit lämpenevät. Tilanne on vastaava hissi-, nosturi- ja muiden jaksottaisten käyttöjen yhteydessä.

Yksi nykyinen tapa käyttöjen mitoittamiseen on tehdä se jaksollisen kuorman aiheuttaman puolijohteen lämpötilan vaihtelun eli amplitudin perusteella. Puolijohdevalmistajat ilmoittavat lämpötilavaihtelun funktiona puolijohteen kestämän todennäköisen jaksomäärän. Lämpötilavaihtelun pienentyessä sallittu maksimijaksomäärä kasvaa.

Nykyisin vaihtosuuntaajia kuten muitakin sähkölaitteita jäähdytetään aktiivisesti käyttämällä puhaltimia tai nestejäähdytystä. Tällaisissa ratkaisuissa lämpöä pyritään siirtämään laitteesta pois ja siten jäähdyttämään laitteessa olevia lämpeneviä komponentteja. Jäähdytys on yleisimmin vakiotehoinen, jolloin riippumatta tehopuolijohteiden lämpötilasta jäähdytyksen toteuttava puhallin tai pumppu toimii vakiokierronopeudella. Eräissä ratkaisuissa on myös tunnettua käyttää suoraan lämpötilan mukaisesti muuttuvaa jäähdytystä, jolloin lämmön tuotannon lisääntyessä lisätään jäähdytyksen tehoa lämpötilan nousun rajoittamiseksi.

On selvää, että käyttämällä komponenttien jäähdyttämiseen puhallinta, saadaan komponenttien maksimilämpötilaa laskettua. Puhaltimen käyttö pelkästään ei kuitenkaan mahdollista komponentin lämpötilaprofilin pienentämistä niin, että lämpötilan muutoksien aiheuttamilta ongelmilta välttyttäisiin erityisesti jaksottaisten käyttöjen yhteydessä.

Keksinnön lyhyt selostus

Tämän keksinnön tarkoituksena on aikaansaada menetelmä ja järjestely vaihtosuuntaajan yhteydessä sekä vaihtosuuntaaja, jotka välttävät edellä mainitut epäkohdat, ja mahdollistavat vaihtosuuntaajan ohjaamisen tavalla, joka pienentää jaksottaisen kuormituksen aiheuttamia termisiä rasituksia ja kasvattaa siten vaihtosuuntaajan käyttöikää. Tämä tarkoitus saavutetaan keksinnön mukaisella menetelmällä ja järjestelyllä, joille on tunnusomaista se, mitä sanotaan itsenäisissä patenttivaatimuksissa 1 ja 9. Keksinnön edulliset suoritusmuodot ovat epäitsenäisten patenttivaatimusten kohteena.

Keksintö perustuu siihen ajatukseen, että vaihtosuuntaajassa tasoitetaan tehopuolijohdekomponenteissa syntyviä häviöitä suurella kuormitustasolla aktiivisesti pienentämällä ja pienellä kuormitustasolla kasvattamalla puolijohteen hetkellisten häviöiden määrää. Komponentin häviöiden ohjatulla muuttamisella ja jäähdytyksen ohjauksella komponentin lämpötilaan perustuen voidaan komponentin lämpötilan muutosten nopeutta ja suuruutta rajoittaa merkittäväällä tavalla.

Keksinnön mukaisen ratkaisun etuna on se, että hallitsemalla tehopuolijohdekomponenttien lämpötilaa saadaan komponenttien käyttöikää kasvatettua merkittävästi erityisesti jaksottaisen käyttötavan yhteydessä, jossa nykyisillä tunnetuilla ratkaisuilla tehopuolijohteet rasittuvat lämpötilan vaihteluiden vaikutuksesta huomattavasti. Lisäksi keksintöä hyödyntämällä laitteiden termien mitoitus voidaan tehdä aikaisempaa optimaalisemmaksi, eli laitetta ei tarvitse ylimitoitaa. Vaihtosuuntaajan yhteydessä käytettynä keksinnön mukaisella ratkaisulla ei ole vaikutusta vaihtosuuntaajaan kytketyn moottorin käyttäytymiseen, vaan moottoria voidaan kuormittaa normaalilla tavalla.

Kuvioiden lyhyt selostus

Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joista:

Kuvio 1 esittää keksinnön mukaisen ratkaisun periaatteellista lohko-kaaviota; ja

Kuvio 2 esittää esimerkinomaisia käyrämuotoja keksinnön menetelmän eräästä sovelluksesta.

Keksinnön yksityiskohtainen selostus

Kuviossa 1 on esitetty periaatteellisella tasolla keksinnön mukaisen menetelmän toteuttava keksinnön järjestelyn lohkokaavio. Järjestely on esitetty liittyen vaihtosuuntaajaan, jolle ei ole esitetty tarkempaa sovelluskohdetta. Onkin selvää, että menetelmää ja järjestelyä voidaan hyödyntää kaikissa mahdollisissa kohteissa, joissa vaihtosuuntaajaa käytetään.

Kuviossa 1 on esitetty, kuinka prosessorielin 1 ohjaa hilaohjaimia GD1, GD2, GD3 prosessorissa olevan ohjausalgoritmin mukaisesti. Hilaohjaimet on vastaavasti kytketty ohjaamaan tehpuolijohteita 2, joista kuviossa 1 on esitetty ainoastaan kaksi kappaletta, eli tyypillisesti yhden vaiheen muodostava kytkinpari. Normaalissa kolmivaihejärjestelmässä tällaisia kytkinpareja on kolme kappaletta.

Keksinnön menetelmän mukaisesti määritetään yhden tai useamman tehpuolijohdekomponentin 2 lämpötilaa T tai lämpötilaan vaikuttavaa sähköistä suuretta. Lämpötilan määrittäminen voidaan suorittaa yksinkertaisimmillaan mittaamalla komponentin lämpötilaa tarkoitukseen sopivalla anturilla. Nykyaikaisten nopeiden prosessorien avulla lämpötila voidaan kuitenkin laskea ohjelmallisesti varsin tarkasti tehpuolijohdekomponentista tehdyn lämpömallin avulla, jolla lämpötilatieto tehpuolijohdekomponentin eri osista saadaan reaaliaikaisesti. Lämpömallin avulla vältetään käyttämästä erillistä lämpötilaa mittaavaa anturia; riittää kun mitataan jonkin referenssipisteen, esim. pohjalevyn, lämpötila.

Puolijohdekomponentin lämpötila T voidaan määrittää sinänsä tunnetulla tavalla lämpömallia käyttäen, kun tiedossa on puolijohdekomponentin läpi kulkevan virran suuruus I ja komponentin yli vaikuttavan jännitteen suuruus U sekä kytkentätaajuus f_{sw} , eli kytkimen kytkentöjen määrä aikayksikköä kohti. Lämpötila muodostuu puolijohdekomponenteissa tehohäviöinä, jotka muodostuvat johtohäviöistä ja kytkentähäviöistä. Johtohäviöiden suuruuteen vaikuttaa komponentin läpi kulkevan virran suuruus I , kun taas kytkentähäviöihin vaikuttaa virran suuruuden I lisäksi komponentin yli vaikuttavan jännitteen suuruus U ja luonnollisesti kytkentätaajuus f_{sw} . Keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisesti komponentin lämpötilan määrittäminen käsittääkin vaiheen, jossa määritetään komponentin virran ja jännitteen suuruudet lämpötilan määrittämiseksi käyttäen komponentista laadittua lämpömallia.

Koska komponentin lämpötila muuttuu komponentin läpi kulkevan kuormavirran funktiona, voidaan lämpötilan suuruutta approksimoida jossain määrin kuormavirran avulla. Virran suuruudesta ei kuitenkaan suoraan voida päätellä todellista lämpötilaa komponentissa. Useiden vaihtosuuntaajien ollessa momenttiohjattuja, voidaan lämpötilan käyttäytymistä myös arvioida koneen tuottaman momentin perusteella. Tämä momentti voidaan luotettavalla tavalla laskea vaihtosuuntaajan ohjauspiireissä. Keksinnön suoritusmuodon mukaisesti momenttia käytetään indikoimaan lämpötilan muutosta. Momentti voi olla todellinen ohjattavan koneen tuottama momenttitieto, joka lasketaan koneen voista ja virroista, tai se voi olla koneelle annettava momenttiohje, mikäli kone on momenttiohjattu. Vastaavalla tavalla koneen ollessa virtaohjattu lämpötilan muutosta indikoivana signaalina voidaan käyttää virtaohjetta, tai virtaohjeesta muodostettua suuretta.

Menetelmän mukaisesti edelleen määritetään yhden tai useamman tehopuolijohdekomponentin lämpötilan tai siihen vaikuttavan suureen muutosta. Lämpötilan muutoksen määrittäminen voidaan toteuttaa esimerkiksi tallettamalla määritettyjä lämpötilan arvoja muistiin, joka voi sijaita prosessorin yhteydessä. Muistiin talletettujen lämpötila-arvojen määrän ei tarvitse kuitenkaan olla suuri menetelmän toteuttamiseksi. Edelleen, mikäli varsinaisen lämpötilan sijaan määritetään lämpötilaan vaikuttavaa suuretta, kuten virtaa tai momenttia, tallennetaan myös näitä arvoja muistiin ja määritetään suureen muutosta.

Edelleen menetelmän mukaisesti ohjataan ohjauslaitteistolla 1, GD1, GD2, GD3 tehopuolijohdekomponentteja 2 vasteellisena sekä säätösuurelle lähdön jännitteen muodostamiseksi että tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen muutosnopeudelle lämpötilan muutosnopeuden pienentämiseksi. Ohjauslaitteisto saa sisääntulona sinänsä tunnetulla tavalla säätösuureen, joka voi olla esimerkiksi toivottu lähtöjännite, virta tai momentti. Ohjauslaitteiston ensisijainen tehtävä on luonnollisesti huolehtia siitä, että säätösuureen mukainen ohjaus toteutetaan. Keksinnön mukaisessa ratkaisussa ohjauslaitteisto saa lisäksi sisääntulonaan tiedon tehopuolijohdekomponentin lämpötilan muutosnopeudesta tai tähän vaikuttavasta suureesta. Tällöin ohjauslaitteistolla ohjataan puolijohdekomponentteja keksinnön mukaisesti siten, että lämpötilan muutos ja muutosnopeus pyritään minimoidaan.

Keksinnön menetelmän edullisen suoritusmuodon mukaisesti ohjataan vaihtosuuntaajan tehopuolijohdekomponenttien jäähdytyselintä 3 vasteel-

lisenä tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen muutosnopeudelle lämpötilan muutosnopeuden pienentämiseksi. Tällöin lämpötilan alkaessa kasvaa merkittäväällä tavalla jäähdytyselimen 3, kuten edullisesti puhaltimen kierrosnopeutta kasvatetaan, ja siten jäähdytystä tehostetaan lämpötilan nousunopeuden pienentämiseksi. Vastaavalla tavalla tehopuolijohdekomponentin lämpötilan laskiessa jäähdytystä pienennetään voimakkaasti tai jopa lopetetaan kokonaisuudessaan.

Tapauksessa, jossa tehopuolijohdekomponentin lähtövirta pienenee merkittävästi, alkaa komponentti jäähtyä voimakkaasti. Tällöin ensinnäkin ohjataan komponenttia jäähdyttävää elintä pienentämään jäähdytystehoa, ja käytetään hyväksi ohjelmallista ratkaisua puolijohteen lämpötilan nostamiseen. Ohjelmallisessa ratkaisussa puolijohteita ohjaava ohjauslaitteisto muuttaa modulointia siten, että puolijohteessa tuotetaan enemmän häviötehoa, jolloin komponentin lämpötila ei pääse laskemaan voimakkaasti.

Ohjelmallisesti toteutettava tehopuolijohdekomponentin lämpötilaprofiilin hallitseminen voidaan toteuttaa esimerkiksi muuttamalla vaihtovirtakäyttöjen yhteydessä kuorman loismvirtatasoa. Loismvirtatason kasvattaminen kasvattaa komponentin virtaa, mutta ei vaikuta millään tavoin itse kuormana olevan moottorin käyttöominaisuuksiin. Loismvirtatason kasvattaminen on yksinkertainen ohjelmallinen toimenpide, jossa muutetaan jännite- tai virtaohjetta siten, että magnetointitaso kasvaa.

Toinen vaihtoehto lämpötilaprofiilin hallitsemiseen ohjelmallisesti on kasvattaa kytkentätaajuutta, jolla lähdön tehopuolijohdekomponentteja kytketään kuormaan. Kytkentätaajuuden nostamisen vaikutuksesta puolijohdekomponentin kytkentöjen lukumäärä aikayksikköä kohden nousee, mikä puolestaan johtaa kytkentöjen aikaisten häviöiden kasvamiseen aikayksikköä kohti.

Keksinnön mukaisessa järjestelyssä ohjauslaitteisto ohjaa lähdön tehopuolijohteita vasteellisena sekä säätösuurelle että komponenttien lämpötilalle. Tämän ohjaamisen toteuttaminen voidaan suorittaa ohjelmallisesti siten, että säätösuureen toteuttaminen on ensisijainen tehtävä, jonka jälkeen ohjelmistolla vaikutetaan komponentin häviötehojen määriin lämpötilan muutosnopeuden hallitsemiseksi. Ohjauslaitteisto ohjaa myös jäähdytyselintä siten, että tämän tuottama jäähdyttävän väliaineen, kuten ilman virtaus on muutettavissa tarpeen mukaan.

Useissa sovelluksissa lämpötilaprofiilin tasoittaminen voidaan aloittaa ennakoivasti, toisin sanoen siten, että varsinaista tietoa lämpötilan muut-

tumisesta ei tarvita tasoituksen aloittamiseen. Ennakoiminen voidaan aloittaa esimerkiksi ohjauslaitteelle tulevan virta- tai jänniteohjeen muuttumisen perusteella tai tietona siitä, että nämä ohjeet tulevat pian muuttumaan. Jaksollisissa käytöissä voidaan ennakoiminen toteuttaa vieläkin tehokkaammin, sillä useat

5 jaksottaiset käytöt kestävät määrätyn aikajakson ajan. Esimerkiksi linkokäytön yhteydessä on usein tarkka tieto siitä, kuinka kauan linkous tai linkousnopeuteen kiihdyttäminen kestää. Samoin hissikäyttöjen yhteydessä hissikorin kiihdyttäminen kestää ajallisesti oleellisesti kaikissa tapauksissa yhtä pitkän ajan. Lisäksi hissikäyttöjen yhteydessä hissien pienin mahdollinen ajomatka on myös

10 tiedossa. Hissikäyttöjen yhteydessä ennakointi voidaan suorittaa lisäksi käyttäen hyväksi tietoa hissikorin tilauksesta, sillä tyypillisesti tilauksen suorittamisesta hissien varsinaiseen liikkumiseen kestää pari sekuntia. Tällöin hissien moottoreita ohjaavien vaihtosuuntaajien lämpötilaa voidaan alkaa nostaa ennakolta ennen moottorin suurta momentintarvetta, ja siten saadaan lämpötilaprofiili keksinnön mukaisesti tasoittumaan. Hissikäytössä edelleen voidaan lämpötilanmuutoksia tasaava järjestelmä opettaa ennakoivaan toimintaan perussyklissä, joka on kiihdytys, vakionopeus ja jarrutus. Vakionopeudella kuljet-

15 tava matka riippuu luonnollisesti kuljettavien kerrosvälien matkasta, joka tiedetään vasta hissien tilauksen tai hissillä matkustamisen yhteydessä. Mahdollisia syklejä erimittaisilla matkoilla on kuitenkin rajallinen määrä. Näin ollen puhaltimen ja vaihtosuuntaajan kytkentätaajuuden ohjaus voidaan ohjelmoida etukäteen eri kerrosvälejä varten.

Näiden lähtökohtaisten tietojen perusteella jaksollisessa käytössä menetelmän ja järjestelyn ratkaisua voidaan käyttää siten, että lämpötilan muutosnopeus voidaan minimoida mahdollisimman tehokkaasti.

25

Esimerkkinä menetelmän käytöstä esitetään kuviossa 2 graafisesti kuvattu tilanne, jossa vaihtosuuntaaja toteuttaa menetelmää ohjaten moottoria jaksottaisessa käytössä, joka on esimerkissä linkokäyttö. Kuviossa on esitetty käytön moottorin kierrosnopeus, tuotetun momentin itseisarvo, säädettävän

30 puhaltimen kierrosnopeus, vaihtosuuntaajan kytkentätaajuus ja tehopoijuudekomponenttien lämpötila.

Aluksi linkoa lähdetään kiihdyttämään nopeudesta nolla. Tehokkaan kiihdytyksen aikaansaamiseksi kiihdyttäminen suoritetaan täydellä momentilla. Vaihtosuuntaajan tuottaessa suuren momentin on selvää, että tehokomponentit pyrkivät lämpenemään voimakkaasti. Koska komponenttien kestävyys

35 rantamiseksi lämpötilan nopeaa muutosta pyritään keksinnön mukaisesti hi-

dastamaan, ohjataan puhallin tuottamaan voimakkaan jäähdytyksen, joka hillitsee parhaalla mahdollisella tavalla komponentin lämpötilan nousua. Tämä voimakas jäähdytys on esitetty kuviossa 2 puhaltimen kierrosnopeutena. Samalla vaihtosuuntaajaa ohjataan käyttämällä modulointia, joka tuottaa mahdollisimman vähän häviöitä, eli vaihtosuuntaajan kytkentätaajuutta pienennetään.

Kun moottori on kiihdytetty täyteen käyttönopeuteen tarvittavan momentin määrä pienenee merkittävästi. Koska käyttönopeus ja hetkellinen nopeus kiihdytyksen aikana ovat tiedossa, voidaan momentin tarpeen pieneminen ennakoita esimerkiksi käyttönopeuden ja hetkellisen nopeuden välisestä erosta. Toinen mahdollinen tapa suorittaa ennakointi on määrittää ennalta syklissä käytettävät kytkentätaajuudet ja puhaltimen kierrosnopeudet. Linkokäytöissä kuorman hitausmomentti on tiedossa, joten koneen tuottaman momentin perusteella voidaan ennalta laskea kiihdytykseen tarvittava aika.

Kun käyttönopeus on saavutettu tai kun se on ennakoitu voidaan aloittaa vaihe, jossa lämpötilan laskemisnopeutta pienennetään. Tämä toteutetaan kuvion 2 esimerkissä siten, että jäähdytystä pienennetään pienentämällä puhaltimen kierrosnopeutta ja vaikutetaan ohjelmallisesti häviöiden määrään niitä kasvattaen, eli kasvatetaan kytkinkomponenttien kytkentätaajuutta. On muistettava, että komponenttien lämpötilasta saadaan jatkuvasti reaaliaikaista tietoa, joka mahdollistaa lämpötilan kontrolloimisen. Jäähdytyksen pienentäminen ja kaikkia ohjelmallisesti hyödynnettäviä keinoja voidaan käyttää yhtä aikaa, mikäli siihen on tarvetta. Kuvion 2 esimerkissä käytetään sekä ohjattavaa puhallinta että kytkentätaajuuden muuttamista. Käyttönopeudella linkoa pyörittäessä tehopuolijohteet pyrkivät jäähtymään nopeasti, sillä puolijohteiden virran suuruus myös pienenee nopeasti.

Kun linkoamisaika vakionopeudella on päättynyt, jarrutetaan linkoa tämän pysäyttämiseksi. Usein jarruttaminen tehdään moottoria apuna käyttäen, jolloin moottorilta vaaditaan kiihdyttämiseen nähden vastakkaista momenttia. Tällöin taas tehopuolijohteet pyrkivät lämpenemään merkittävästi. Jarrutuksen aikana jälleen siirrytään käyttämään pienihäviöistä modulointia, jolloin tuotetaan mahdollisimman vähän häviötehoa komponenteissa. Myös jäähdytystä lisätään lämpötilan nousunopeuden rajoittamiseksi kuten kuviossa 2 on esitetty.

On huomattava, että keksinnön mukaisella ratkaisulla ei ole tarkoitus pienentää komponenttien maksimilämpötilaa, vaan lämpötilan muutosta ja muutosnopeutta, mikä on ratkaiseva tekijä jaksottaisessa käyttötavassa toimi-

van tehopuolijohteita hyödyntävän laitteen käyttöön kasvattamiseksi. Toisin sanoen, keksinnön mukaisella menetelmällä pyritään pitämään laitteen lämpötila mahdollisimman vakiona.

5 Lisäksi on huomattava, että vaikka edellä keksintöä on selitetty erityisesti IGBT-komponenttien yhteydessä, keksinnön mukainen ratkaisu soveltuu käytettäväksi kaikkien vaihtosuuntaajassa käytettävien tehokytkimien yhteydessä.

10 Alan ammattilaiselle on ilmeistä, että keksinnön perusajatus voidaan toteuttaa monin eri tavoin. Keksintö ja sen suoritusmuodot eivät siten rajoitu yllä kuvattuihin esimerkkeihin vaan ne voivat vaihdella patenttivaatimusten puitteissa.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä vaihtosuuntaajan yhteydessä, joka vaihtosuuntaaja käsittää useita tehopuolijohdekomponentteja sekä näitä ohjaamaan sovitettun ohjauslaitteiston, joka ohjauslaitteisto on sovitettu ohjaamaan tehopuolijohdekomponentteja vasteellisena säätösuurelle lähdön jännitteen muodostamiseksi, jolloin menetelmä käsittää vaiheen, jossa

määritetään yhden tai useamman tehopuolijohdekomponentin lämpötilaa tai siihen vaikuttavaa sähköistä suuretta, t u n n e t t u siitä, että menetelmä käsittää lisäksi vaiheet, joissa

10 määritetään yhden tai useamman tehopuolijohdekomponentin lämpötilan tai siihen vaikuttavan suureen muutosta, ja

ohjataan ohjauslaitteistolla tehopuolijohdekomponentteja vasteellisena sekä säätösuurelle lähdön jännitteen muodostamiseksi että tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen muutosnopeudelle lämpötilan muutoksen ja muutosnopeuden pienentämiseksi.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, jolloin vaihtosuuntaaja käsittää lisäksi tehopuolijohdekomponentteja jäähdyttämään sovitettun jäähdytyselimen, t u n n e t t u siitä, että jäähdytyselin on ohjattava jäähdytyselin, jolloin menetelmä käsittää lisäksi vaiheen, jossa

20 ohjataan vaihtosuuntaajan tehopuolijohdekomponenttien jäähdytyselintä vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen muutosnopeudelle lämpötilan muutoksen ja muutosnopeuden pienentämiseksi.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että tehopuolijohdekomponentin lämpötilan määrittäminen käsittää vaiheet, joissa

määritetään komponentin läpi kulkevan virran suuruutta ja komponentin yli vaikuttavan jännitteen suuruutta,

30 määritetään tehopuolijohdekomponentin kytkentöjen määrää, ja lasketaan tehopuolijohdekomponentin lämpötilaa määritetyn virran ja jännitteen suuruuden ja kytkentöjen määrän perusteella käyttäen tehopuolijohdekomponentista etukäteen laadittua lämpömallia.

4. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että tehopuolijohdekomponenttien ohjaaminen vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen muutosnopeudelle lämpötilan muutoksen ja muutosnopeuden pienentämiseksi käsit-

tää vaiheen, jossa kasvatetaan tehopuolijohdekomponenttien kytkentäaajuutta vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen pienenemiselle tai pienennetään tehopuolijohdekomponenttien kytkentäaajuutta vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai
5 lämpötilaan vaikuttavan suureen kasvamiselle.

5. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että tehopuolijohdekomponenttien ohjaaminen vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen muutosnopeudelle lämpötilan muutoksen ja muutosnopeuden pienentämiseksi käsittää vaiheen, jossa kasvatetaan tehopuolijohdekomponenttien loisivirtatasoa vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen pienenemiselle tai pienennetään tehopuolijohdekomponenttien loisivirtatasoa vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen kasvamiselle.
10

15 6. Jonkin edeltävän patenttivaatimuksen 2 - 5 mukainen menetelmä, jolloin jäähdytyselin on moottorikäyttöinen tuuletin, t u n n e t t u siitä, että jäähdytyselimen ohjaaminen vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen muutosnopeudelle käsittää vaiheen, jossa kasvatetaan moottorikäyttöisen tuulettimen kierrosnopeutta vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen kasvamiselle tai pienennetään moottorikäyttöisen tuulettimen kierrosnopeutta vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen pienenemiselle.
20

25 7. Jonkin edeltävän patenttivaatimuksen 1 - 6 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että menetelmä käsittää lisäksi vaiheen, jossa ennakoidaan tuleva lämpötilan muutokseen johtava säätösuureen muutos, ja aloitetaan toimenpiteet lämpötilan muutoksen pienentämiseksi vasteellisena ennakkoinnille.

8. Jonkin edeltävän patenttivaatimuksen 1 - 7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että lämpötilaan vaikuttava suure on momentti-, virta-, tai
30 jänniteohje tai koneen määritetty momentti, virta tai jännite.

9. Järjestely vaihtosuuntaajan yhteydessä, joka vaihtosuuntaaja käsittää useita tehopuolijohdekomponentteja sekä näitä ohjaamaan sovitettua ohjauslaitteiston, joka ohjauslaitteisto on sovitettu ohjaamaan tehopuolijohdekomponentteja vasteellisena säätösuurelle lähdön jännitteen muodostamiseksi, jolloin järjestely käsittää
35

välineet yhden tai useamman tehopuolijohdekomponentin lämpötilan tai siihen vaikuttavan sähköisen suureen määrittämiseksi, t u n n e t t u siitä, että järjestely käsittää lisäksi

- 5 välineet yhden tai useamman tehopuolijohdekomponentin lämpötilan tai siihen vaikuttavan suureen muutoksen määrittämiseksi, ja

ohjauslaitteiston tehopuolijohdekomponenttien ohjaamiseksi vasteellisena sekä säätösuurelle lähdön jännitteen muodostamiseksi että tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen muutosnopeudelle lämpötilan muutoksen ja muutosnopeuden pienentämiseksi.

- 10 10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen järjestely, jolloin vaihtosuuntaaja käsittää lisäksi tehopuolijohdekomponentteja jäähdyttämään sovitettua jäähdytyselin, t u n n e t t u siitä, että jäähdytyselin on ohjattava jäähdytyselin, jolloin järjestely käsittää lisäksi

- 15 välineet vaihtosuuntaajan tehopuolijohdekomponenttien jäähdytyselimen ohjaamiseksi vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen muutosnopeudelle lämpötilan muutoksen ja muutosnopeuden pienentämiseksi.

(57) Tiivistelmä

Menetelmä ja järjestely vaihtosuuntaajan yhteydessä, joka vaihtosuuntaaja käsittää useita tehopuolijohdekomponentteja sekä näitä ohjaamaan sovitettun ohjauslaitteiston, joka ohjauslaitteisto on sovitettu ohjaamaan tehopuolijohdekomponentteja vasteellisena säätösuurelle lähdön jännitteen muodostamiseksi. Menetelmä käsittää vaiheet, joissa määritetään yhden tai useamman tehopuolijohdekomponentin lämpötilan tai siihen vaikuttavan suureen muutosta, ja ohjataan ohjauslaitteistolla tehopuolijohdekomponentteja vasteellisena sekä säätösuurelle lähdön jännitteen muodostamiseksi että tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen muutosnopeudelle lämpötilan muutoksen ja muutosnopeuden pienentämiseksi.

(Kuvio 1)

L5

/

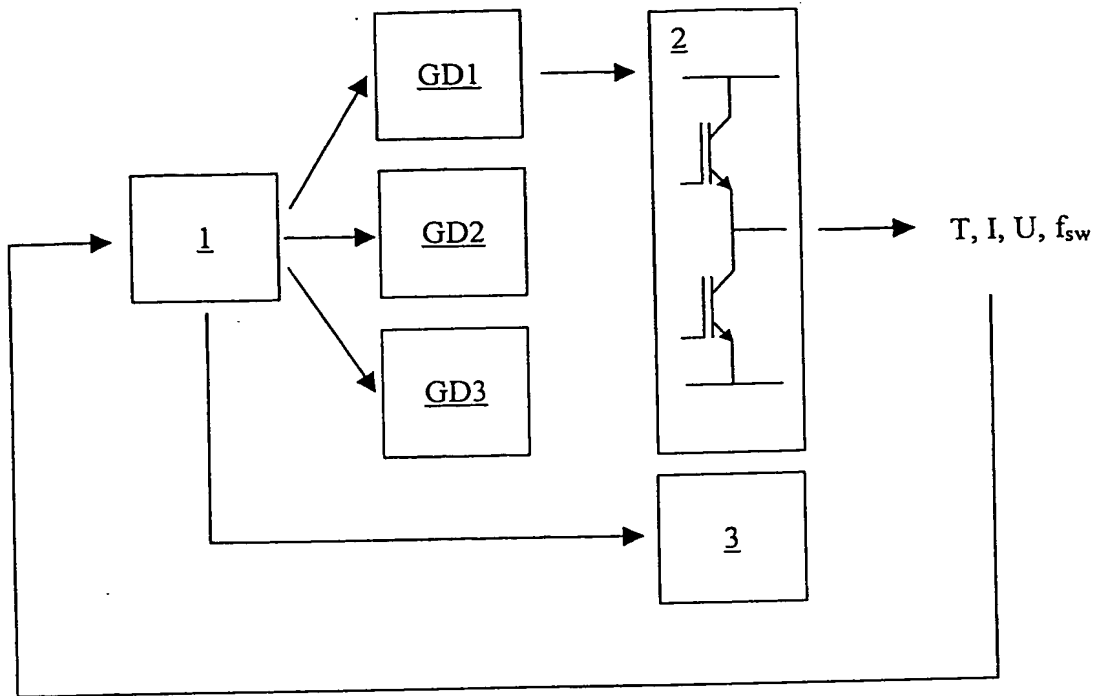


FIG 1

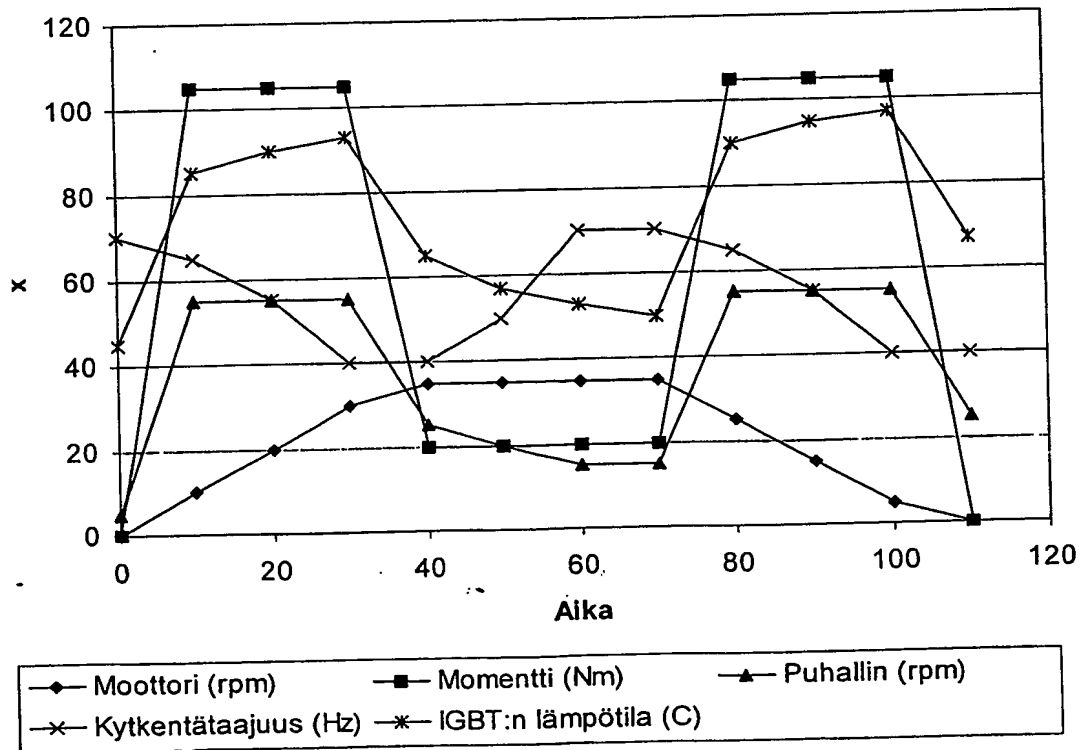


FIG 2

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/FI04/000642

International filing date: 29 October 2004 (29.10.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FI
Number: 20031580
Filing date: 30 October 2003 (30.10.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 28 December 2004 (28.12.2004)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse